

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATTERN MATCHING METHOD/DEVICE AND MOVEMENT CONTROL METHOD/DEVICE

Patent Number: JP10097627

Publication date: 1998-04-14

Inventor(s): MIZUI SEIICHI

Applicant(s):: KOMATSU LTD

Requested Patent: ☐ JP10097627

Application Number: JP19960251602 19960924

Priority Number(s):

IPC Classification: G06T7/00 ; G05D1/02 ; G06T1/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminated the needy of the preparation of a reference pattern in accordance with a distance, to reduce storage capacity and to speed up a processing by changing the focal distance of a video means so that the size of an object in the picture is matched with one reference pattern in accordance with a measured distance.

SOLUTION: Various reference patterns showing postures against the respective angles of an unmanned dumper truck are previously prepared. Pattern matching for matching the respective reference patterns with the dumper truck in the video picture by a camera is executed. A matching degree between the truck in the picture and the various patterns is obtained. The reference pattern whose matching degree becomes maximum is selected. A driving control part mounted on a loader controls the relative movement of the loader against the dumper truck based on the relative posture angle of the dumper truck against the loader, which the selected reference pattern shows. Then, the loader approaches the dumper truck so as to execute loading work by giving a zoom command for changing the focal length to the camera.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-97627

(43)公開日 平成10年(1998) 4月14日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/70

4 5 5 A

G 0 5 D 1/02

G 0 5 D 1/02

K

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/62

3 8 0

15/64

3 2 5 F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平8-251602

(22)出願日

平成8年(1996) 9月24日

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 水井 精一

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74)代理人 弁理士 木村 高久 (外1名)

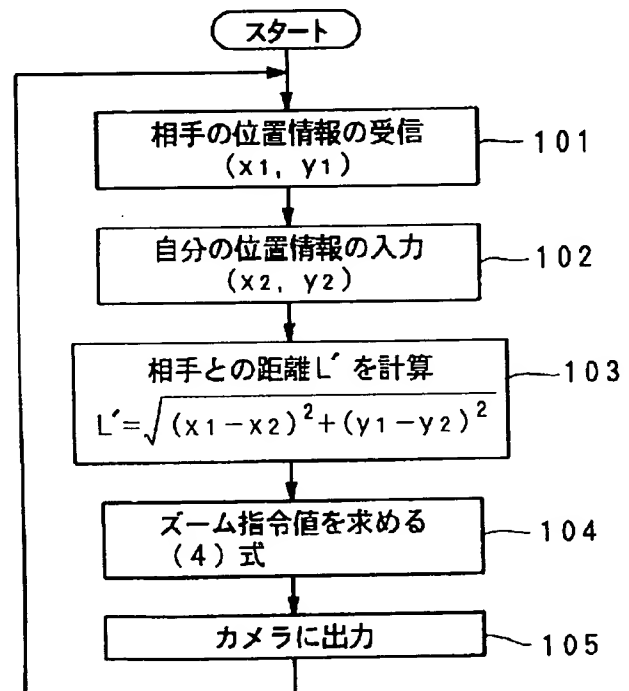
(54)【発明の名称】 パターンマッチング方法および装置並びに移動制御方法および装置

(57)【要約】

【課題】 パターンマッチングを行う際に、基準パターンを距離に応じて用意しなくて済み、記憶容量を少なくして、煩雑な処理を回避して処理の高速化を図る。

【解決手段】 計測された距離 L' に応じて、画像内の対象物の大きさが、一の基準パターンの大きさと一致するように、撮像手段の焦点距離を変化させるようにしたので、距離 L' の大きさが如何にかかわらず画像内の対象物の大きさが、一の基準パターンの大きさに適合した一定の大きさにされる。

【効果】 異なる大きさの各基準パターンを距離 L' に応じて用意しなくて済み、一定の大きさの一の基準パターンを用意するだけでよくなる。これにより、記憶容量を少なくでき、煩雑な処理を行うことなく処理を高速に行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物を撮像手段で撮像し、該撮像手段で撮像された画像内の対象物と当該対象物の基準パターンとを突き合わせることににより前記対象物の前記基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチング方法において、

前記撮像手段と前記対象物との距離を計測する距離計測行程と、

前記距離計測行程で計測された距離に応じて、前記画像内の対象物の大きさが一の基準パターンの大きさと一致するように、前記撮像手段の焦点距離を変化させる行程とを具えたパターンマッチング方法。

【請求項 2】 移動体に撮像手段を搭載し、この撮像手段によって対象物を撮像し、撮像された画像内の対象物と当該対象物の基準パターンとを突き合わせることににより前記対象物の前記基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチングを行い、このパターンマッチングの結果に応じて前記移動体の前記対象物に対する相対的な移動を制御する移動制御方法において、

前記撮像手段と前記対象物との距離を計測する距離計測行程と、

前記距離計測行程で計測された距離に応じて、前記画像内の対象物の大きさが一の基準パターンの大きさと一致するように、前記撮像手段の焦点距離を変化させる行程とを具えた移動制御方法。

【請求項 3】 対象物を撮像手段で撮像し、該撮像手段で撮像された画像内の対象物と当該対象物の基準パターンとを突き合わせることににより前記対象物の前記基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチング装置において、

前記撮像手段と前記対象物との距離を計測する距離計測手段と、

前記距離計測手段で計測された距離に応じて、前記画像内の対象物の大きさが一の基準パターンの大きさと一致するように、前記撮像手段の焦点距離を変化させる手段とを具えたパターンマッチング装置。

【請求項 4】 移動体に撮像手段を搭載し、この撮像手段によって対象物を撮像し、撮像された画像内の対象物と当該対象物の基準パターンとを突き合わせることににより前記対象物の前記基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチングを行い、このパターンマッチングの結果に応じて前記移動体の前記対象物に対する相対的な移動を制御する移動制御装置において、

前記撮像手段と前記対象物との距離を計測する距離計測手段と、

前記距離計測手段で計測された距離に応じて、前記画像内の対象物の大きさが一の基準パターンの大きさと一致するように、前記撮像手段の焦点距離を変化させる手段とを具えた移動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象物の基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチング方法およびその装置、ならびにこのパターンマッチングの結果によって移動体の対象物に対する相対的な移動を制御する方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】無人ホイールロードから無人ダンプトラックに積荷を積み込む際には、無人ロード側に搭載したカメラによって対象物である無人ダンプトラックを撮像し、その撮像結果から、無人ロード側からみた無人ダンプトラックの相対的な姿勢を知る必要がある。

【0003】この場合、無人ダンプトラックの各種姿勢を示す各種基準パターン（テンプレート）を用意し、各基準パターンと撮像画像内のダンプトラックとを突き合わせるパターンマッチング（テンプレートマッチング）を行い、画像内ダンプトラックの姿勢と各基準パターンが示す姿勢との一致度合い（相関度）を求め、一致度合いが最も大きくなった（相関度が最も高くなった）基準パターンが示す姿勢を現在のダンプトラックの姿勢であると判定するようにしている。

【0004】そして、この判定結果に応じてダンプトラックのロードに対する相対的な姿勢角度を求めて、この相対的な角度からロードのダンプトラックに対する相対的な移動を制御して、ロードをダンプトラックにアプローチさせ、積込作業を自動的に行わせるようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、カメラが搭載されるロードが常時移動しているとともに、対象物であるダンプトラックも常時移動しているので、カメラと撮像対象のダンプトラックとの距離は常時変化している。

【0006】このため、撮像画像内に映し出されたダンプトラックの大きさは、上記変化する距離に応じて常に変化している。

【0007】このため、パターンマッチングを行うに際して、各種距離に応じて異なる大きさの基準パターンを用意しなければならない。しかも、これを各種姿勢に応じて用意する必要があることから記憶容量は膨大なものとなり、処理は煩雑なものとなり、処理に時間を要することになる。

【0008】本発明は、こうした実状に鑑みてなされたものであり、基準パターンを距離に応じて用意しなくて済み、記憶容量を少なくして、煩雑な処理を回避して処理の高速化を図ることを解決課題とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段および効果】そこで、本発明の主たる発明では、対象物を撮像手段で撮像し、該撮像手段で撮像された画像内の対象物と当該対象物の基準パターンとを突き合わせることににより前記対象物の前記

基準パターンに対する一致度合いを求めるパターンマッチング方法において、前記撮像手段と前記対象物との距離を計測する距離計測行程と、前記距離計測行程で計測された距離に応じて、前記画像内の対象物の大きさが一の基準パターンの大きさと一致するように、前記撮像手段の焦点距離を変化させる行程とを具えるようにしている。

【0010】すなわち、計測された距離に応じて、画像内の対象物の大きさが、一の基準パターンの大きさと一致するように、撮像手段の焦点距離を変化させるようにしたので、距離の大きさ如何にかかわらず画像内の対象物の大きさが、一の基準パターンの大きさに適合した一定の大きさにされる。このため、異なる大きさの各基準パターンを距離に応じて用意しなくて済み、一定の大きさの一の基準パターンを用意するだけでよくなる。これにより、記憶容量を少なくでき、煩雑な処理を行うことなく処理を高速に行うことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係るパターンマッチング方法および装置並びに移動制御方法および装置の実施の形態について説明する。

【0012】本実施の形態では、図4の上面図に示すように、屋外作業現場において無人（ホイール）ローダ10から無人ダンプトラック20に積荷を積み込む作業を行う場合を想定している。

【0013】こうした積込作業を行おうとするとき、無人ローダ10の無人ダンプトラック20へのアプローチのために、無人ローダ10に搭載したカメラ11によって対象物である無人ダンプトラック20を撮像し、その撮像結果から無人ローダ10側からみた無人ダンプトラック20の相対的な姿勢、つまりダンプトラック20のローダ10に対する相対的な姿勢角度 ϕ をローダ10側で知る必要がある。なお、図4で破線はカメラ11の視野を示す。

【0014】この場合、無人ダンプトラック20の各種姿勢（姿勢角 $\phi=0^\circ$ に対応する姿勢、姿勢角 $\phi=5^\circ$ に対応する姿勢、姿勢角 $\phi=10^\circ$ に対応する姿勢…）を示す各種基準パターン（テンプレート）が予め用意される。

【0015】そして、これら各基準パターンとカメラ11による撮像画像内のダンプトラック20とを突き合わせるパターンマッチング（テンプレートマッチング）が行われ、画像内ダンプトラック20と各基準パターンとの一致度合い（相関度）が求められ、一致度合いが最も大きくなった（相関度が最も高くなった）基準パターンが選択される。

【0016】そして、この選択された基準パターンが示すダンプトラック20のローダ10に対する相対的な姿勢角度 ϕ （例えば姿勢角 $\phi=10^\circ$ ）に基づき、ローダ10のダンプトラック20に対する相対的な移動を、ロ

ーダ搭載の駆動制御部により制御して、ローダ10をダンプトラック20にアプローチさせ、積込作業を自動的に行わせる。

【0017】ここで、カメラ11が搭載されるローダ10が常時屋外作業現場を移動しているとともに、対象物であるダンプトラック20も屋外作業現場を常時移動しているため、カメラ11と撮像対象のダンプトラック20との距離は常時変化している。

【0018】このため、撮像画像内に映し出されるダンプトラック20の大きさは、上記変化する距離に応じて常に変化している。

【0019】よって、そのままではパターンマッチングを行うに際して、各種距離に応じて異なる大きさの基準パターンを用意しなければならないことになる。

【0020】図2は、距離の大きさ如何にかかわらず画像内のダンプトラック20の大きさを、一の基準パターンの大きさに適合した一定の大きさにして、異なる大きさの各基準パターンを距離に応じて用意することなく一の大きさの基準パターンだけでパターンマッチングを行わせるための装置の構成を示すブロック図である。

【0021】同図2に示すように、本実施形態の装置では、対象物であるダンプトラック20を撮像する撮像手段であるカメラ11と、カメラ11の撮像信号Sに基づき得られた撮像画像内において上述したパターンマッチングを行う画像処理部12と、ローダ10（カメラ11）の2次元平面上の座標位置（ x_2 , y_2 ）を検出する位置検出器であるGPS（グローバル・ポジショニング・センサ）15と、無線受信機14と、GPS15の検出出力と無線受信機14の受信出力とに基づいてカメラ11に対してズーム指令Tを出力してカメラ11のレンズの焦点距離 f の大きさを制御する制御部13とがローダ10に搭載されているとともに、上記GPS15と同様にダンプトラック20の位置（ x_1 , y_1 ）を検出するGPS22と、GPS22の検出出力を受け取り上記受信機14に対してダンプトラック20の位置データ（ x_1 , y_1 ）を無線にて送信する無線送信機21とがダンプトラック20に搭載されている。

【0022】ここで、上記ズーム指令Tについて説明する。

【0023】図3は物体までの距離とズームとの関係を説明する幾何光学系であり、「物体」は実際のダンプトラック20に対応し、「像」は上記カメラ11で撮像された画像上のダンプトラック20に対応している。

【0024】簡単のためにカメラ11のレンズが一枚であるとすると、レンズ結像の式は、図3の幾何的關係から、 a をレンズから物体までの距離、 b をレンズから像までの距離、 f をレンズの焦点距離として、

$$1/a + 1/b = 1/f \quad \cdots (1)$$

と求められる。

【0025】このとき、物体と像の大きさの比によって

表される像倍率Mは、図3より、 H_a を物体の大きさ、 H_b を像の大きさとして、

$$M = H_b / H_a = b / a \quad \cdots (2)$$

となる。(1)式を変形して(2)式に代入すると、

$$H_b = \{ H_a / (a - f) \} * f \quad \cdots (3)$$

が得られる。よって、像の大きさ H_b を一定にするためには、レンズから物体までの距離 a に合わせてレンズの焦点距離 f を変えるようにカメラ11にズーム指令 T を与えればよい。

【0026】すなわち、カメラ11（ローダ10）とダンブトラック20との距離が L から ΔL だけ変化したときの焦点距離を f' とすると、(3)式より、

$$f / (L - f) = f' / (L + \Delta L - f')$$

が得られるので、これより、 f' は以下のように求められる。

$$【0027】 f' = \{ (L + \Delta L) / L \} * f \quad \cdots$$

(4)

よって、上記(4)式に示すように、逐次の焦点距離 f' を、逐次の距離 $L' = L + \Delta L$ に応じて変化させるようなズーム指令 T をカメラ11に与えることにより、像の大きさ H_b は常に一定の大きさとなる。

【0028】なお、一枚のレンズでは焦点距離を変えることはできないが、一般のカメラは数群のレンズにより構成されているのでレンズ系として焦点距離を変えることができる。

【0029】図1は、上記制御部13で実行される処理を説明するフローチャートである。

【0030】すなわち、まず、受信機14から、ダンブトラック20の位置データ(x_1 , y_1)が入力され(ステップ101)、GPS15から、カメラ11（ローダ10）の位置データ(x_2 , y_2)が入力される(ステップ102)。

【0031】ついで、これら位置データに基づき、カメラ11（ローダ10）とダンブトラック20との現在の距離 L' ($=L + \Delta L$) が、

$$L' = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad \cdots (5)$$

と演算される。なお、()²とあるのは2乗という意味である(ステップ103)。

【0032】こうして得られた現在の距離 L' ($=L + \Delta L$) を、上記(4)式に代入することにより焦点距離

f' が求められ、この焦点距離 f' が得られるようなズーム指令 T がカメラ11に出力される(ステップ104、105)。

【0033】この結果、距離 L' の大きさ如何にかかわらずカメラ11の撮像画像内のダンブトラック20の大きさ(H_b) が、一の基準パターンの大きさに適合した一定の大きさにされる。

【0034】このため、異なる大きさの各基準パターンを逐次の距離 L' に応じて用意しなくて済み、一定の大きさ(H_b 一定) の一の基準パターンを用意するだけでよくなる(大きさは一定であるが、各種姿勢に対応した複数の基準パターンを用意する必要はある)。これにより、記憶容量を少なくでき、煩雑な処理を行うことなくパターンマッチング処理を高速に行うことができる。

【0035】本実施の形態では、積込作業を行う場合を想定しているが、2台の車両間で車間距離を一定に保持する場合に本発明を適用してもよい。

【0036】また、本実施の形態では2台の移動体を想定しているが、少なくとも一方が移動体であって両者の相対距離が変化する場合であれば本発明の適用は可能である。

【0037】また、本実施の形態では、位置検出器の出力に基づき距離を演算しているが、直接距離を測距する計測装置を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る方法の実施の形態を説明するフローチャートであり、図2に示す制御部で行われる処理の手順を示すフローチャートである。

【図2】図2は本発明に係る装置の実施の形態の構成ブロック図である。

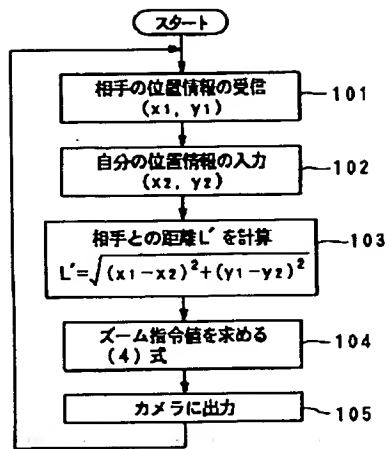
【図3】図3はズーム指令を説明するために用いた幾何光学系を示す図である。

【図4】図4は実施の形態に適用される無人ローダと無人ダンブトラックの上面図である。

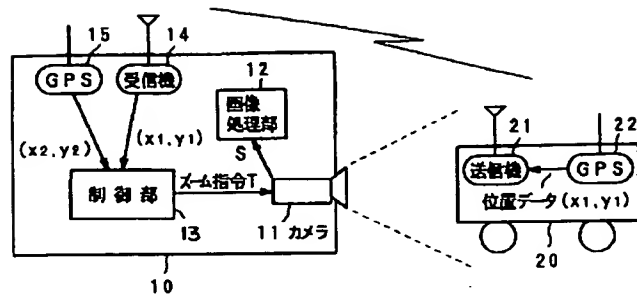
【符号の説明】

- 11 カメラ
- 12 画像処理部
- 13 制御部
- 15 GPS
- 22 GPS

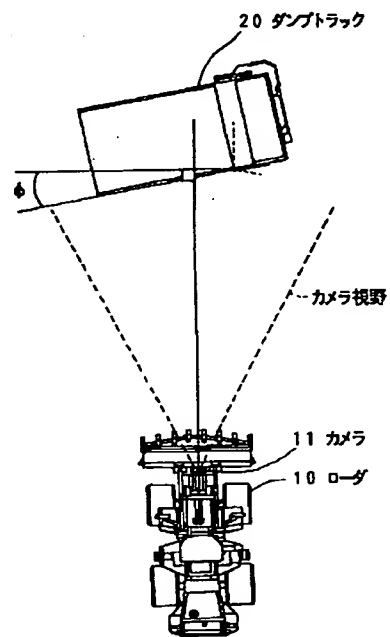
【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

